



ESCOLA NAVAL

ta sãnto de biẽ faire



Eduardo José Varela Simões

Análise e Prevenção de avarias de um veio de manivelas de um motor *Pielstick*

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Ciências Militares Navais,
na especialidade de Engenharia Naval – Ramo Mecânica



Alfeite
[2016]



ESCOLA NAVAL

la sainte biffaire



Eduardo José Varela Simões

***Análise e Prevenção de avarias de um veio de manivelas
de um motor Pielstick***

**Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Ciências Militares Navais, na
especialidade de Engenharia Naval – Ramo Mecânica**

Orientação de: Prof. Dr. Rui F. Martins

Co-orientação de: CFR EN-MEC (ACN) Pires da Silva

O Aluno Mestrando

O Orientador

Eduardo José Varela Simões
Varela Simões

Rui Fernando Martins
Rui F. Martins

Alfeite

[2016]

Dedicatória

Dedico este trabalho a todos aqueles que me acompanharam e apoiaram neste
percurso de cinco anos.

Agradecimentos

Uma vez que estou a finalizar esta etapa tão importante da minha vida, gostaria de agradecer a todos aqueles que de forma direta ou indireta colaboraram neste trabalho e que ajudaram à sua concretização e finalização, de modo, a que o mesmo fosse concretizado e concluído com o maior êxito possível.

Agradeço ao meu orientador, Professor Doutor Rui Fernando Martins, por toda a orientação da presente dissertação, pelos novos conhecimentos adquiridos, pela disponibilidade e apoio demonstrados ao longo deste percurso, que foram sem dúvida uma mais-valia na minha aprendizagem, não só como futuro profissional, mas também como pessoa.

Ao meu coorientador, engenheiro CFR EN-MEC Pires da Silva pela sua disponibilidade, partilha de conteúdos, pelas linhas orientadoras e pelo apoio ao longo de todo este trabalho.

Ao engenheiro CMG EN-MEC Rebocho Antunes e ao CTEN EN-MEC Gameiro Mateus da Direção de Navios e ao Engenheiro 1TEN EN-MEC Gomes Morais da Esquadilha de Escoltas Oceânicas pela sua disponibilidade, partilha de conhecimentos e acesso a toda a informação necessária para a realização deste trabalho.

À minha namorada e companheira Rita Dias pelo apoio incondicional em todos os momentos, pela motivação e pelo companheirismo demonstrado ao longo de toda esta caminhada.

À minha família, em especial à minha MÃE, ao meu PAI e ao meu IRMÃO, o meu eterno agradecimento pelo Amor e Força proporcionados ao longo do curso e ao longo da vida e que me acompanham todos os dias.

Resumo

Na engenharia mecânica há cada vez mais necessidade de utilizar e de prever o comportamento das máquinas térmicas, mais propriamente dos motores de combustão interna, em especial na área da manutenção e da prevenção de falha num dos componentes vitais de um motor a 4 tempos: o veio de manivelas. Esta situação já tem sido bastante observada na indústria mecânica naval, nomeadamente na Marinha Portuguesa e, devido ao seu elevado grau de importância no desempenho de qualquer motor, decidiu-se focar o trabalho desta tese no estudo dos motores a *diesel S.E.M.T Pielstick* das unidades navais da Marinha Portuguesa, mais especificamente das corvetas da classe “João Coutinho” e da classe “Baptista de Andrade”, devido ao historial de ocorrência de falhas no veio de manivelas nesta classe de navios e em outras da Marinha Portuguesa.

Para efetuar este estudo, utilizaram-se todos os dados relativos ao historial de ocorrências de falhas destes motores, bem como todos os dados disponíveis do fabricante destes motores, por forma a reproduzir da forma mais fiável possível um modelo tridimensional do veio de manivelas no programa de modelação informática CAD Solidworks®, e possibilitar a análise cinemática do veio de manivelas. Desta forma, foi possível simular as condições de funcionamento do motor, assim como analisar e determinar a causa de falha do veio de manivelas, visando prolongar a vida útil dos veios de manivelas, contribuindo não só para menores custos de manutenção mas também para o aumento da operacionalidade destes navios.

Palavras-Chave: Veio de Manivelas, Análise Cinemática, Concentração de tensões, Método dos elementos finitos.

Abstract

In mechanical engineering there is an increasingly growing need to know and predict the behaviour of thermal machines more specifically of internal combustion engines. One of these behaviours concerns about the maintenance area and is the prevention of failure in a crankshaft, one of the vital components of a 4-stroke engine. This is a situation widely observed in the marine engineering industry, particularly in the Portuguese Navy and due to it's high degree of importance in the performance of any engine, including naval engines such as the engines of Navy ships, it was decided to focus this work in the Portuguese Navy ships. In this particular case, the aim is to study the S.E.M.T Pielstick diesel engines from the Portuguese Navy ships class "João Coutinho" and "Baptista de Andrade", due to the crankshaft failure history in this class and other classes of Portuguese Navy ships. To perform this study, we used all the data that was related to the engines' failure history, as well as all the available data from the engine manufacturer in order to model as accurately as possible 3D model the crankshaft in the modelling and simulation computer program CAD SOLIDWORKS® in order to analyse the crankshaft through the finite elements method. Therefore it was possible to simulate the most representative engine operation conditions obtaining in the most detailed way the operating data and internal behaviour of these engines to thereby analyse and determine the cause of failure of the crankshaft. The performed numerical simulations consisted of cinematic analysis of the crankshaft in order to characterize the quality of the manufacture and determine the failure causes, in order to promote possible changes in the crankshaft geometry to minimize the stress concentration and therefore extend the longevity of these crankshafts, contributing not only to reduce the maintenance costs of this crankshafts but also to increase the operability of the Portuguese Navy ships using them.

Keywords: Crankshaft, Cinematic Analysis, Stress Concentration, Finite Element Method.